

2 2年生宿泊セミナー

2.1 豆カミオカンデ

(1) 研究開発の概要

研究所における高校生向けの試行錯誤可能な実習を考えた。高エネルギー加速器研究機構の近藤温子先生にご相談を申し上げた所、カミオカンデと同じ構造をもつ検出器（豆カミオカンデ）を作成し、大気中のミュオンの速度(エネルギー) 分布を観測する実習を試みることとなった。

(2) 研究開発の経緯

- 問い合わせ ・ 1月、電子メールにて近藤温子先生にご相談を申し上げ内諾を得た。
- 準備 ・ 参加生徒の中に昨年スーパーカミオカンデでの研修に参加した者がいた。
- ・ ニュートリノ振動を観測したK2K実験の結果と解説を高校生向けに作成していただき、電子メールでの質疑応答をしていただいた。高校生では至る所で理解を伴わない部分もあったが、質量の固有状態の重ね合わせ・ニュートリノ前置検出器など量子力学・素粒子物理学への関心は確実に増したようだ。また、本校の設備が整えば、TV会議なども事前準備に使いたかった。
- 打合せ ・ 7月、研修の詳細について打合せをもった。
- 事業実施 ・ 8月、高エネルギー加速器研究機構にて研修を実施した。
- 事後指導 ・ ご指導を受けた実験結果を論文形式にまとめる予定である。
- 評価方法 ・ 参加生徒の主観的感想、意識の変化による。

(3) 仮説

基礎的実習を通して、科学的リテラシーの育成過程をはかれるか。
模擬研究活動の実践により、自らの適性の診断と学習意欲の向上をはかれるか。

(4) 研究方法および内容

ア 対象生徒 第2学年理系希望者3名

- イ 実施日程
- | | | |
|---------|-------------|-----------------------|
| 8月7日(土) | 13:30~15:00 | 講義「ニュートリノの謎を探る」 |
| | 15:00~16:30 | 講義「素粒子のみつけかた」 |
| | 16:30~20:00 | 実験「水の屈折率測定」 |
| 8月8日(日) | 9:00~12:30 | 豆カミオカンデの組み立て |
| | 12:30~13:00 | 講義「NIM Logic 初歩の初歩」 |
| | 14:00~16:00 | NIM Logic の組み立て |
| | 16:00~ | データ取得開始 |
| | 16:30~17:30 | K2K前置検出器・Belle測定器 の見学 |
| 8月9日(月) | 9:00~10:30 | データ取得終了 |
| | 10:30~13:00 | データ解析 |

その後、実験結果を近藤先生のご指導の下、論文形式にまとめる。

ウ 実施内容

- (ア) 講義「ニュートリノの謎を探る」 講師 高エネルギー加速器研究機構 近藤温子 先生
素粒子と4つの相互作用について
大気ニュートリノと太陽ニュートリノについて
ニュートリノ振動について
ニュートリノ(反応)の捉え方について
- (イ) 講義「素粒子のみつけかた」 講師 京都大学物理学第二教室 中平 武 先生
シンチレーションカウンターの構造について

チェレンコフ光検出器の構造について

チェレンコフ光の出る角度とエネルギーの関係について

(ウ) 講義「NIM Logic 初歩の初歩」

講師 高エネルギー加速器研究機構 岩下大器 先生

論理回路について

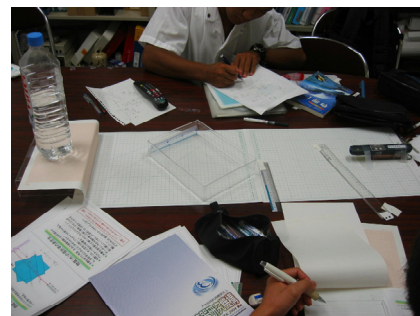
Nuclear Instrument Modules について

豆カミオカンデ全回路図の解説

(エ) 実験「水の屈折率測定」

指導者 高エネルギー加速器研究機構 近藤温子 先生

直方体状の水槽中の水の屈折率の測定をした。近藤先生のご指導の下、水槽の壁面プラスチックの影響の補正など、生徒は測定誤差を減らす工夫をしながら実験した。



水の屈折率測定

(オ) 実験「豆カミオカンデによるミューオン観測」

指導者 高エネルギー加速器研究機構 近藤温子 先生

岩下大器 先生

原理的にはカミオカンデと同じ豆カミオカンデを組み立て、荷電粒子(ミューオン)が水槽中を移動するときに生ずる水チェレンコフ光を16個の光電子増倍管とNuclear Instrument Modulesにより計測し、荷電粒子(ミューオン)の速度(エネルギー)分布を観測しようと試みた。ところが、原因不明のノイズが発生した為、クリアなデータを得られなかったため最高速度が光速と殆ど同程度であることを観測結果として得るに止まった。しかし、生徒はノイズの原因を夜遅くまで議論し、その試行錯誤の過程が貴重な体験となったようである。



豆カミオカンデ内部



豆カミオカンデ全景



実験結果の分析

(5) 検証

後日、生徒が述べた感想は、次のようなものであった。「実験で使った装置は、僕たちに理解できるレベルのものを選んでいただいていた。よって、原因不明のノイズが発生したときも自分たちで考え、議論をすることができた。そこが、一番おもしろかった。」

入射された荷電粒子(ミューオン)による水チェレンコフ光の放出角度は、その荷電粒子(ミューオン)の速度によって決まる。速度が速い程、放出角は大きくなる。実験「水の屈折率測定」から、入射荷電粒子(ミューオン)の速度が最速(光速)のときの水チェレンコフ光の最大放出角度を得た。写真にある16個の光電子増倍管の外側2個ずつには水チェレンコフ光が届かないはずであったが、データには相当回数の水チェレンコフ光が観測されていた。同じ原因の水チェレンコフ光が内側の光電子増倍管にも観測されている可能性があった。荷電粒子(ミューオン)の速度(エネルギー)分布を算出するためには、この不可解なデータの発生原因を突き止める必要があった。豆カミオカンデ壁面での水チェレンコフ光の反射、装置の

上空で対生成した荷電粒子(ミューオン)による影響など様々な可能性を生徒は、自ら考えラボや宿舎にて検討した。結果的には原因は解明されず、速度(エネルギー)分布を算出することはできなかった。しかし、光速に近い速い荷電粒子(ミューオン)の存在までは確認できた。

この試行錯誤の過程で、当初のねらいである「実験を通して科学的リテラシーの育成をはかる」は、幾分かは達成されたようだ。生徒自らの能力で検討可能なレベルに設定された目標と機材により、実験を通して科学的リテラシーの育成を成したと思われる。最先端に固執することなく、実験の隅々まで生徒の能力に合わせていただいた近藤先生の教育的なご配慮に感謝している。

2.2 ゲノム

(1) 研究開発の概要

本校では高校2年次の秋に、生物の授業で遺伝分野を履修する。それをうけてゲノムに関する実験を生徒にさせたかった。本研修では「メダカを用いた脊椎動物の発生と遺伝」ということで、突然変異体の観察、変異遺伝子座の染色体へのマッピング、遺伝子の塩基配列決定などの実習を行う。

(2) 研究開発の経緯

- 問い合わせ ・ 3月、電子メールにて武田洋幸先生にご相談を申し上げ内諾を得た。
- 準備 ・ 生物の授業で遺伝分野を履修をもって事前準備とする予定である。
- 打合せ ・ 12月、研修の詳細について打合せをもつ予定である。
- 事業実施 ・ 1月、東京大学大学院理学系研究科にて研修を実施する予定。
- 事後指導 ・ ご指導を受けた実験結果を論文形式にまとめる予定。
- 評価方法 ・ 参加生徒の主観的感想、意識の変化による予定。

(3) 仮説

基礎的実習を通して、科学的リテラシーの育成をはかれるか。

模擬研究活動の実践により、自らの適性の診断と学習意欲の向上をはかれるか。

(4) 研究方法および内容(予定)

ア 対象生徒 第2学年理系希望者3名

イ 実施日程 1月5日(水)

1月6日(木)

ウ 実施内容

指導者 東京大学大学院理学系研究科教授 武田洋幸先生